Lane Medical Library

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der
Universität Heidelberg.
Direktor: Professor Dr. Schwarzacher.

# Bildung und Verteilung von CO-Haemoglobin beim Nahschuß

## Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Ruprecht-Karls-Universität

zu Heidelberg

vorgelegt von

Hans Jürgen Langenbach
aus Hemsbach a. d. B.

1934

Dissertationsdruckerei und Verlag Konrad Triltsch, Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Heidelberg

Der Referent: Prof. Dr. Schwarzacher

Der Dekan: Prof. Dr. C. Schneider

1934

# Bildung und Verteilung von CO-Haemoglobin beim Nahschuß.

Kohlenoxydvergiftungen sind in der gerichtlichen Medizin keine Seltenheit; sie beruhen auf einer schwer dissoziierbaren Verbindung von CO mit Haemoglobin. Leuchtgasvergiftungen, Vergiftungen mit Auspuff- oder Verbrennungsgasen sind Kohlenmonoxydvergiftungen.

Die Obduktion von Leichen CO-Vergifteter ergibt als auffallendstes Symptom eine hellrote Färbung des Blutes und der Totenflecke. Eine gleichartige Verfärbung findet sich bei Schüssen mit aufgesetzter Laufmündung in dem den Schußkanal umgebenden Gewebe. Der Untersuchung dieser Verfärbung, die auf der Bildung von Kohlenoxydhaemoglobin durch die Schußgase beruht, soll die vorliegende Arbeit dienen.

Will man sich mit der Bildung von Kohlenoxydhaemoglobin durch das mit den Pulvergasen beim Schuß mit auf den Körper aufgesetzter Laufmündung eindringende Kohlenoxyd, CO, befassen, so bedarf es zunächst eines eingehenden orientierenden Überblicks über die Vorgänge bei der Pulververbrennung überhaupt und über die Vorgänge beim scharfen Schuß im besondern. Im folgenden wird gezeigt werden, daß hier wesentliche Unterschiede liegen, die von den verschiedensten Bedingungen abhängig sind, die klarzulegen allererstes Erfordernis ist zum Verstehen der wechselnden Mengen Kohlenoxyd, die nicht auf Ungenauigkeiten der Messung beruhen sondern auf der Materie an sich. Es kann deshalb auch nicht eine Arbeit geliefert werden, die mit größter Prägnanz ein- für allemal gültige Daten gibt, — zeigt doch die gleiche Munition aus derselben Waffe verschossen Differenzen in der Gasmenge und damit auch in dem uns hier ausschließlich interessierenden CO-Gehalt —, sondern es soll eine möglichst genaue und allgemein gültige Annäherung erreicht werden, wie sie in der Praxis Bedeutung hat.

Es wurde davon abgesehen, Berechnungen und Versuche für Schwarzpulver vorzunehmen, da dieses für die hier in Betracht kommenden Hand- und Faustfeuerwaffen heutzutage von ganz untergeordneter Bedeutung ist, Schwarzpulverpatronen nur noch aus vereinzelten älteren Trommelrevolvermodellen verschossen werden und auch hier schon weitgehend durch rauchlose Pulver ersetzt sind. Die heute allgemein üblichen Selbstladepistolen dagegen verwenden ausschließlich Patronen mit rauchlosem Pulver, ebenso die Gewehre, soweit sie in den Rahmen dieser Arbeit fallen.

Als „rauchlos" wird Pulver bezeichnet, das sich von Schwarzpulver dadurch grundlegend unterscheidet, daß es — neben höherer Brisanz — bei der Verbrennung fast ohne Rückstand in gasförmige Bestandteile und Wasserdampf zerlegt wird. Es besteht in seinen wirksamen Substanzen aus mehr oder weniger hoch nitrierter Zellulose, die zur Erzielung günstigerer Explosionsvorgänge gelatiniert wurde und der je nach dem Verwendungszweck des Pulvers kein oder wechselnde Mengen Nitroglycerin beigemengt wurden, bis zu höchstens ungefähr 60%. Für Gewehrpulver ist diese Beimengung niedriger, so für das deutsche — neben dem reinen Nitrozellulosepulver verwendete — Nitroglycerin-Militärpulver 38,5%. Pistolenpulver dagegen sind reine Nitrozellulosepulver.

Nach Mitteilung der Rheinisch-Westfälischen Sprengstoff A.G. enthalten die heute verwendeten Nitrozellulosepulver zwischen 95 und 99% Nitrozellulose. Die Beimengungen schwanken demnach zwischen 1 und 5%, sind also so gering, daß sie für die Gasmenge und -Zusammensetzung keine große Bedeutung haben und deshalb die betreffenden Pulver wie reine Nitrozellulose behandelt werden können.

Gegenüber Nitrozellulosepulvern bilden Nitroglycerinpulver bei ihrer Verbrennung infolge ihres größeren Sauerstoffgehaltes mehr Kohlensäure, $CO_2$, auf Kosten des Kohlenoxyds, CO. So erklärt es sich, daß wir in letzteren verhältnismäßig weniger CO finden als in ersteren.

Ein Faktor, der von ausschlaggebender Bedeutung für die Zusammensetzung des bei der Pulververbrennung in der Waffe entstehenden Gasgemenges ist, ist die Ladedichte. Hierunter versteht man das Verhältnis des Gewichtes der Ladung in Gramm zu dem Volumen des Verbrennungsraumes in Kubikzentimetern. Je höher die Ladedichte ist, umso höher ist auch der Gehalt der Pulvergase an Kohlensäure, umso niedriger der an Kohlenoxyd. Das beruht

auf der mit höherer Ladedichte auftretenden langsameren Abkühlung der Gase, durch die die unten erläuterte Reaktion begünstigt wird, und gilt für beide Pulverarten gleicherweise. Die Berechnung der Ladedichte für den scharfen Schuß stößt jedoch insofern auf Schwierigkeiten, als man es dabei nicht mit einem konstant großen Verbrennungsraum zu tun hat: Einerseits vergrößert sich der Verbrennungsraum dauernd, indem das Geschoß vor den Pulvergasen weicht, andrerseits ist die ganze Pulvermenge noch nicht verbrannt bevor sich das Geschoß im Lauf bewegt. Man wird sich also entschließen müssen, die Ladedichte aus dem Gas-Höchstdruck und dem Ort des Höchstdruckes abzuleiten. Auf diese Art gelangt man für den scharfen Schuß zu Ladedichten, die zwischen 0,20 und 0,25 schwanken.

Das beim Zerfall rauchlosen Pulvers entstehende Gas besteht im wesentlichen aus wechselnden Mengen von Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasserdampf, Wasserstoff und Stickstoff, die aber in ihrem Verhältnis zueinander nicht konstant bleiben, weil die heißen Gase die Neigung zu weiteren chemischen Umsetzungen haben. Die hier hauptsächlich interessierende Reaktion ist die zwischen Kohlensäure und Wasserstoff einerseits und Kohlenoxyd und Wasserdampf andrerseits, die umkehrbar ist im Sinne der Formel

$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows CO + H_2O.$$

Der Ausschlag dieser Umkehrreaktion nach der einen oder anderen Seite ist nicht beliebig, sondern abhängig von der Temperatur. Deren Einfluß macht sich in der Weise geltend, daß eine Temperatursteigerung diejenige Reaktion begünstigt, bei der Wärme verbraucht wird, umgekehrt ein Temperaturabfall die andere, die Wärme freimacht. Da auf Zimmertemperatur bezogen die Reaktion

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2 + 10 \text{ Kal}$$

Wärme entbindet, so muß sie von dem Temperaturabfall der im Lauf arbeitenden Pulvergase begünstigt werden. Im Augenblick der höchsten Temperatur während des Schusses ist also das Gasgemenge am reichsten an CO und Wasserdampf. Während der Geschoßbewegung und dem damit verbundenen Temperaturabfall der Gase infolge der Arbeitsleistung und Wärmeabgabe an die Laufwand wird dagegen nach obiger Formel das CO zum Teil noch zu $CO_2$ weiter oxydiert. Dieser Vorgang kommt bei 1100° C. zum Stillstand, da hier die Abkühlungsgeschwindigkeit der Gase größer

wird als ihre Reaktionsgeschwindigkeit: Das Gasgemisch erstarrt gleichsam in der bei 1100° C. erreichten Übergangsstufe.

Diese Betrachtungen sind insofern von Wichtigkeit, als daraus hervorgeht, daß Schüsse aus Waffen mit gekürztem oder abgesägtem Lauf, oder aus Waffen mit einem Mißverhältnis zwischen Ladung, Kaliber und Lauflänge mehr CO in ihren Treibgasen haben, als solche aus normal langen Läufen. Beim Schuß mit aufgesetzter Mündung solcher Waffen wird also auch eine größere CO-Menge in den Schußkanal gelangen.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch eine weitere Reaktion erwähnt, die zur Verminderung des CO-Gehaltes führt, nämlich die Bildung von Methan. Auch diese findet erst in der Abkühlungsperiode der Pulvergase statt nach der Formel

$$CO + 3\,H_2 = CH_4 + H_2O$$

und ist umso reichlicher, je langsamer die Abkühlung vor sich geht. Während das Methan bei der eigentlichen Explosion des Pulvers nur in verschwindenden Mengen gebildet wird, kann es bei entsprechend langsamer Abkühlung der Gase bis zu 10% des Volumens betragen. Wir folgern daraus: Je größer der Methanwert, umso geringer der des CO, umso geringer aber auch das spez. Volumen des Gesamtgases, da die Methanbildung mit einer Kondensation von 4 Molekülen auf 2 Moleküle vor sich geht. Beim Schuß mit aufgesetzter Laufmündung wird aber die Abkühlung der Gase eine so schnelle, daß die Methanbildung unter der Berücksichtigungsgrenze bleibt.

Das spezifische Volumen des von 1 g Nitrozellulosepulver bei Verbrennung unter Schußbedingungen gebildeten Gases ist 930 ccm. Mit anderen Worten: Nitrozellulosepulver entwickelt bei einer Ladedichte von 0,20 eine Menge Gas, die, abgekühlt auf 0° C. und unter einen Druck von 1 kg/cm² gebracht, 930 ccm beträgt. Für Nitroglycerinpulver ist das spez. Gasvolumen infolge der stärkeren CO-Oxydation etwas kleiner und beträgt für das eingangs erwähnte Militärpulver etwa 900 ccm/1 g. Die Differenz ist also nicht bedeutend. Der Kohlenoxydgehalt bei der Ladedichte von 0,20 ist etwa 40 Vol. %. Demnach entwickelt 1 g Pulver rund 370 ccm spez. Vol. Kohlenoxyd. Hiervon ausgehend läßt sich die von den einzelnen Patronensorten gebildete CO-Menge an Hand der Ladetabellen leicht errechnen.

Es dürfte von Interesse sein, sich einmal klarzumachen, welches Volumen die Schußgase unmittelbar vor der Mündung ein-

nehmen. Die Temperatur der Mündungsgase ist abhängig von der Ladedichte, denn höhere Ladedichten werden auch höhere Explosionstemperaturen verursachen. Mit der Erhöhung der Gastemperatur geht aber eine Vergrößerung des von den Gasen bei konstantem Druck eingenommenen Raumes parallel, sodaß bei etwa verstärkten Normalladungen neben der durch die Zuladung verursachten Vergrößerung des Pulvergasvolumens noch eine weitere Volumzunahme durch die Wärmeausdehnung der Gase erfolgen würde. Nehmen wir aber die Normalladungen an, so liegen die Mündungstemperaturen der Gase um 850° C. herum, was, berechnet auf 1 kg/cm² Druck rund 3900 ccm Verbrennungsgase pro Gramm Nitrozellulosepulver ergäbe, wovon 1520 ccm aus CO bestünden.

Diese Gasvolumina, die für Gewehrladungen z. B. des M/98 entsprechend der Ladung von 3,2 g das 3,2 fache betragen müßten, werden in der Praxis allerdings nie erreicht, denn wir müssen noch weitere Faktoren berücksichtigen, und das sind der Druck der Pulvergase und deren Abkühlungsgeschwindigkeit. Ersterer hält die Gase im Lauf auf kleinsten Raum zusammengepreßt, letztere ist vor der Mündung durch die hohe Temperaturdifferenz und die Arbeitsleistung bei der Ausdehnung so beträchtlich, daß die aus dem Lauf frei werdenden Gase abgekühlt werden, bevor sie ihr errechnetes Volumen entfernt erreicht haben. Trotzdem bleibt der von ihnen eingenommene Raum ein sehr großer, woraus sich die ungeheuren Zerfetzungen des Körpergewebes durch die eingedrungenen Pulvergase bei Schüssen mit aufsitzender Laufmündung und auch bei Nahschüssen erklären.

Ich führe unten eine Tabelle an aus der der Temperatur- und Druckabfall mit dem Geschoßweg für das deutsche Gewehr Mod. 88 bei einer Ladung von 2,75 g Blättchen-Pulver gut ersichtlich ist.

| Weg des Geschoßbodens im Rohr in mm | Temperatur der Pulver-Gase in Celsius | Druck der Pulver-Gase in kg/cm² |
|---|---|---|
| 200 | 1420 | 1385 |
| 300 | 1202 | 834 |
| 400 | 1060 | 577 |
| 500 | 965 | 434 |
| 600 | 877 | 339 |
| 693 | 818 | 280 |

(Aus Escales: „Die Explosivstoffe", Heft 8)

Den stärksten Abfall erleidet also der Gasdruck. Sieht man sich einmal an, welche Größe dieser in den ersten 200 mm Geschoßweg erreicht, und stellt man sich vor, daß Pulvergase unter diesem Druck von 1385 Atm. in den Körper eindringen, wie dies bei Schüssen aus abgesägten Gewehrläufen vorkommt, dann wird deren explosionsartige Wirkung nicht mehr verwunderlich sein.

Um die schon früher erwähnten höheren CO-Werte bei Schüssen aus gekürzten Läufen zu zeigen, führe ich eine Aufstellung aus Dr. C. Cranz: „Lehrbuch der Ballistik" II. Bd. (1926) an. Darnach ist der CO-Gehalt bei einer Lauflänge von:

740 mm = 48,3%
540 mm = 50,3%
165 mm = 52,4%.

Das Mehr an CO, das lediglich durch die schnellere Abkühlung der Gase infolge eines kürzeren Laufes bewirkt wird beträgt also über 4%. Der gegen frühere Angaben im ganzen höhere CO-Wert ist wohl aus der Art und Ladedichte des verwendeten Pulvers zu erklären, die beide nicht angegeben wurden. Doch sei bei dieser Gelegenheit darauf ganz besonders hingewiesen, daß die Angaben über den CO-Gehalt der Pulvergase bei sonst gleichen Schußverhältnissen in den einzelnen ballistischen Werken Schwankungen von 10 und mehr Prozent unterliegen. Ich mußte mich deshalb an Mittelwerte halten.

Was uns nun eigentlich interessiert ist die Menge und die Art der Verteilung des im Körpergewebe absorbierten Kohlenoxyds. Das Kohlenoxyd verbindet sich mit dem Haemoglobin der roten Blutkörperchen zu Kohlenoxydhaemoglobin und entsprechend auch mit dem dem Haemoglobin identischen oder ihm mindestens sehr ähnlichen Myoglobin (= Myochrom), dem Farbstoff der Muskulatur. Die Bindung von CO an Haemoglobin ist außerordentlich fest, etwa 200 bis 300 mal so stark als die Bindung von Sauerstoff, wobei die Temperatur, bei der die Reaktion abläuft, eine Rolle spielt.

Zur Bestimmung des CO-Gehaltes des Gewebes im Schußkanal beim Schuß mit aufgesetzter Mündung mußten die Versuche unter möglichst lebensähnlichen Bedingungen vorgenommen werden. Es dienten dazu frisch verstorbene oder frisch getötete Tiere, deren Muskulatur nicht anaemisch war. Als Schußstelle wurde die muskelreichste Körpergegend gewählt, also die Schenkelmuskulatur. Der Thorax konnte nicht in Frage kommen, da sich die Pulvergase in dem gesamten Pleuraraum und in der zerschossenen Lunge ver-

teilt hätten, damit aber eine annähernd genaue Analyse unmöglich geworden wäre. Zur Vermeidung zu großer Gasmengen, die bei der kleinen zur Verfügung stehenden Muskelmenge der Versuchstiere zum größten Teil durch den Ausschuß entwichen wären, wurden Patronen mit geringer Pulverladung gewählt, nämlich die Pistolen-Patrone Cal. 6.35 und Cal. 7.65. Gleichzeitig sind das die heute in Faustfeuerwaffen meistgebrauchten Patronen, und es wird sich bei Schüssen mit aufgesetzter Mündung in der Mehrzahl der Fälle um Faustfeuerwaffen und nicht um Gewehre handeln.

Die Gasmengen der Patronen lassen sich leicht errechnen:

Cal. 6.35 mm: Ladung 0,078 g Nitrozellulosepulver.
Gasmenge 72,5 ccm spez. Volumen.
Davon Kohlenoxyd 29,0 ccm spez. Volumen.

Cal. 7.65 mm: Ladung 0,165 g Nitrozellulosepulver.
Gasmenge 153,5 ccm spez. Volumen.
Davon Kohlenoxyd 61,3 ccm spez. Volumen.

Die Versuche wurden so vorgenommen, daß mit aufgesetzter Pistolenmündung das Gewebe möglichst unter Schonung der Knochen durchschossen wurde. Unmittelbar danach wurde die Muskulatur des Schußkanals sauber ausgeschnitten, gewogen und in eine abgemessene Menge durch Kochen luftfrei gemachten, destillierten Wassers gebracht. Das Ganze wurde mit Paraffinöl überschichtet, um ein etwaiges Entweichen von CO zu verhindern und im Dunkeln aufbewahrt, da Lichteinwirkung die Dissoziation von Kohlenoxyd und Haemoglobin begünstigt. Nach 24 Stunden wurde zentrifugiert und die überstehende Lösung, die das aus dem Gewebe extrahierte Kohlenoxydhaemoglobin enthielt mit Hilfe des Zeißschen Gitterspektrografen auf ihren CO-Gehalt untersucht. Die Ablesung in Angström-Einheiten ermöglichte einfachste Bestimmung des CO-Gehaltes an Hand von Tabellen. Die so in einer Lösung prozentual gefundene Kohlenoxydhaemoglobinmenge ließ sich leicht auf die Verhältnisse in der Muskulatur umrechnen nach der Formel:

$$X = \frac{L}{M} \cdot P$$

Hierbei ist X die gesuchte Sättigung der Muskulatur mit Kohlenoxyd; L das Gewicht des zur Lösung verwendeten Wassers in Gramm; M die im Wasser extrahierte Muskulatur in Gramm; P der gefundene Prozentwert der Lösung.

Als kleine Ungenauigkeit muß erwähnt werden, daß natürlich auch in dem vom Wasser ausgelaugten Gewebe eine Spur CO zurückblieb, die aber, da durch das Zentrifugieren das Gewebe auf kleinsten Raum gebracht war, so gering ist, daß sie in Anbetracht der überhaupt nicht so eindeutig festzulegenden CO-Menge nicht als Fehler gewertet zu werden braucht.

Ich führe nun einige Daten über die angestellten Versuche an:

**I. Versuch.**

Durch die Schenkelmuskulatur eines eine bis zwei Stunden toten Meerschweinchens wurde mit einer Pistole Cal. 7.65 mit aufgesetzter Laufmündung so geschossen, daß der Schußkanal durch möglichst viel Muskulatur führte. Sofort nach dem Schuß wurde der Schußkanal freigelegt und die ihn begrenzende Muskulatur, die hellrot verfärbt war, ringsum sorgfältig abgetragen. Die abgetragene Muskulatur wog 10,5 g. Sie wurde in 20 ccm kalten, destillierten, kurz vorher abgekochten Wassers 24 Stunden ausgelaugt, dann das Ganze zentrifugiert. Die im Zentrifugat am Boden sitzenden festen Muskelbestandteile waren ganz blaßweiß, während die überstehende Lösung, in die das Kohlenoxydhaemoglobin und der Muskelfarbstoff übergegangen waren, rot durchscheinend war. Die spektrografische Untersuchung ergab einen Kohlenoxydhaemoglobinwert von 5759,2 Angström-Einheiten, was einer Sättigung von ungefähr 23% entspricht. Für die Muskulatur errechnet sich daraus eine ungefähr 44%ige Sättigung mit Kohlenoxydhaemoglobin.

**II. Versuch.**

Die Schenkelmuskulatur eines frisch getöteten Kaninchens wurde mit einer Pistole Cal. 6.35 bei aufgesetzter Laufmündung durchschossen. Die in sehr dünner Schicht aus dem Schußkanal abgetragene Muskulatur von 9.0 g wurde in 20 ccm Wasser extrahiert. Die spektrografische Untersuchung der klarzentrifugierten Lösung ergab eine mittlere Ablesung von 5740 Angström-Einheiten, was umbezogen einer Sättigung von 43% Haemoglobin mit Kohlenoxyd entspricht. Auf die Muskulatur umgerechnet findet sich hiernach eine 93%ige Haemoglobin-CO-Sättigung.

### III. Versuch.

Durch die Muskulatur des anderen Schenkels des Kaninchens von Versuch II wurde mit einer Pistole Cal. 7.65 geschossen. 11 Gramm ausgeschnittene Muskulatur wurden in 20 ccm Wasser ausgelaugt. Spektrografisch wurden für die Lösung 5729 Angström-Einheiten ermittelt, die einer Sättigung von 53% entsprechen. Die CO- bindungsfähigen Substanzen der Muskulatur waren demnach zu 96% mit Kohlenoxyd gesättigt.

### IV. Versuch.

Mit einer Pistole Cal. 6.35 wurde eine menschliche Leber durchschossen, die, zur Erzielung möglichst lebensähnlicher Bedingungen am Einschuß mit Haut überkleidet war. Der Schußkanal war 15 cm lang. Es wäre denkbar gewesen, daß sich in den einzelnen Abschnitten des so langen Schußkanals verschiedene CO-Konzentrationen gefunden hätten, so vielleicht am Einschuß am wenigsten, am Ausschuß infolge der Abkühlung und geringeren Geschwindigkeit der Gase am meisten. Um das klarzustellen wurde der Schußkanal in verschiedenen Einzelabschnitten untersucht. Es ergaben:

a) 16 Gramm Lebergewebe aus den ersten 3 cm des Schußkanals in 30 ccm Wasser ausgelaugt 5753 A.-E., was 30% CO-Haemoglobin in der Lösung, 56% im Lebergewebe entspricht.

b) 13,5 Gramm Lebergewebe aus dem Schußkanal vom 3. bis 6. Zentimeter ab Einschuß in 30 ccm Wasser extrahiert für die Lösung 5759 A.-E. Dem entspricht 24% gesättigtes Kohlenoxydhaemoglobin in der Lösung, bezw. 53% im Gewebe.

c) 3,5 Gramm Lebergewebe aus den letzten 2 Zentimetern des Schußkanals in 10 ccm Wasser extrahiert für die Lösung 5763 A.-E., entsprechend 19% gesättigtes CO-Haemoglobin. Im Gewebe waren demnach 54%.

Man kann also von verschieden starken Konzentrationen an CO in den einzelnen Schußkanalabschnitten schlecht sprechen. Sämtliche gefundenen Werte bewegen sich zwischen 53 und 56%, bedeuten also dieselbe Konzentration an Kohlenoxydhaemoglobin in allen Abschnitten des Schußkanals. Dieses Ergebnis entspricht auch der stets in den Schußkanälen gefundenen hellroten Verfärbung des Gewebes, die an keiner Stelle besonders stark oder beson-

ders schwach war. Man konnte die Farbe des Gewebes geradezu als Indikator für das Vorhandensein oder Fehlen von CO ansehen. Nur in den Begrenzungen des Schußkanals und zwar nur in den obersten Gewebsschichten habe ich CO-Haemoglobin, das von den Pulvergasen gebildet war gefunden. Schon wenige Millimeter von der Kanalwand entfernt war das Gewebe von normaler Farbe und die Untersuchung auf Kohlenoxydhaemoglobin völlig negativ. Als ich nach dieser Erkenntnis mich bemühte, die Muskulatur aus der Kanalwand in möglichst dünner Schicht abzutragen (Versuch II und III) fand ich Sättigungswerte von fast 100%. Das entspricht völlig den Erwartungen. Bei der Geschwindigkeit mit der die Pulvergase durch den Schußkanal gepreßt werden, ist eine Tiefenwirkung des Kohlenoxyds nicht möglich. Nur die direkt berührten Gewebsteile nehmen CO auf, bevor es tiefer eindringen kann, hat es den Schußkanal längst verlassen. Daß die Untersuchungen nicht zu dem Ergebnis von 100% CO-Haemoglobin-Sättigung in der exzidierten Muskulatur führten liegt daran, daß durch die schon früher erwähnte Gewebszerreißung durch die Pulvergase es nicht möglich war nur die Gewebsteile herauszuschneiden, die der unmittelbaren Berührung durch die Pulvergase ausgesetzt waren. Ganz besonders gilt dies für das leicht zerfetzliche Lebergewebe.

Ganz zu Anfang erwähnte ich schon den charakteristischen Befund bei CO-Vergifteten. Zum Schluß möchte ich noch einen Obduktionsbefund des Heidelberger Instituts für Gerichtliche Medizin anführen bei dem es sich um ein Suicid durch Schuß mit aufgesetzter Karabinermündung handelt. Hier das wesentliche aus dem Protokoll:

„Die Besichtigung der Leiche ergab eine allgemeine Blässe der Haut mit einem Stich ins gelbliche. Die sichtbaren Schleimhäute waren sehr blaß. Auf der Brust fand sich genau in Höhe der linken Brustwarze und etwas nach innen von ihr eine fast gleichseitige dreieckige Wunde in deren Umgebung die Kleidung stark mit Blut verunreinigt gewesen war. Die nach außen liegende senkrechte Begrenzung der Wunde maß 3 Zentimeter und war glatt, während die beiden anderen ebensolangen Wundränder etwas gelappt und unterminiert waren.

Die Wunde samt der sie umgebenden Haut wurde abpräpariert. Das jetzt freiliegende Unterhautzellgewebe war in einer Ausdehnung von gut zwei Handtellern Größe auffallend hellrosarot gefärbt. Beim Weiterpräparieren zeigte sich, daß diese Verfärbung

in gleicher Größe sich durch die ganzen Muskelschichten der Brustmuskulatur erstreckte.

Die Inspektion der Brusthöhle ergab keinen charakteristischen Befund: Das Herz und der Unterlappen der linken Lunge waren vollkommen zerfetzt und zertrümmert, Zwerchfell und Milz waren gleichfalls verletzt.

Der Schußkanal war am Einschuß am größten. Er maß an der vorderen Brustwand 6 Zentimeter in der Breite und 2,5 Zentimeter in der Höhe, während er am Ausschuß auf der linken Rückenseite durch eine wie ausgestanzte kreisrunde Öffnung von 2,5 Zentimetern Durchmesser gebildet wurde."

Der geschilderte Fall zeigt also in klassischer Weise die Gewebsveränderungen bei Schüssen mit aufgesetzter Laufmündung: Die Zerfetzung des Gewebes und die starke hellrote Färbung der Muskulatur infolge der Bildung von Kohlenoxydhaemoglobin.

# Literaturnachweis.

*Dr. C. Cranz:* „Lehrbuch der Ballistik".

*Escales:* „Die Explosivstoffe", Heft 8: „Das rauchlose Pulver", von Prof. H. Brunswig.

*J. Barcroft:* „Die Atmungsfunktion des Blutes".

Munitionskatalog und Ladetabellen der Rheinisch-Westfälischen Sprengstoff A.G., Nürnberg.

# Lebenslauf.

Ich, Hans Jürgen Langenbach, wurde am 7. November 1911 als Sohn des prakt. Arztes Dr. Ernst Langenbach und seiner Ehefrau Martha geb. Moll zu Hemsbach a. d. Bergstr. geboren. In Weinheim besuchte ich das Realgymnasium, wo ich zu Ostern 1929 die Reifeprüfung ablegte. Ich bezog zum Studium der Medizin im Sommer-Semester 1929 die Universität Gießen. Das 2. und 3. Semester verbrachte ich in München, das 4. und 5. in Heidelberg, wo ich auch das ärztliche Vorexamen ablegte. Von den klinischen Semestern war ich das erste in Wien, die beiden folgenden in Hamburg. Mit meinem 9. Semester kam ich nach Heidelberg zurück und bestand dort im Herbst 1934 mein medizinisches Staatsexamen.